

การเก็บรักษาเมล็ดกาแฟต่อการเข้าทำลายของด้วงกาแฟและ  
สารออกราทอกซิน เอ (Ochratoxin A) ในเมล็ดกาแฟ

ทิพยา ไกรทอง<sup>๑/</sup> ปิยนุช นาคะ<sup>๒/</sup>  
ปานหทัย นพชินวงศ์<sup>๑/</sup> เสรี อยู่สถิตย์<sup>๑/</sup> ลิลลี่ พรานุสร<sup>๓/</sup>

บทคัดย่อ

เก็บรักษาเมล็ดกาแฟต่อการเข้าทำลายของด้วงกาแฟและออกราทอกซิน เอ (Ochratoxin A) ในเมล็ดกาแฟ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCB จำนวน ๔ ซ้ำ Main plot ประกอบด้วย ภาชนะในการเก็บรักษา ประกอบด้วย เก็บในถุงพลาสติกหนาขึ้นด้วยสูญญากาศ เก็บในถุงผ้าดิบ เก็บในถุงพลาสติกหนา (hermetic bag) เก็บในกระสอบป่าน และเก็บในถุงพลาสติกใส (polyethylene bag liner) Sub plot คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษา ประกอบด้วยเก็บรักษาที่อายุ ๓, ๖, ๙ และ ๑๒ เดือน พบว่าการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟที่อายุ ๓ เดือนในฤดูกาลผลิตปี ๒๕๕๕/๕๖ และ ๒๕๕๖/๕๗ ไม่พบการเข้าทำลายของด้วงกาแฟ และเชื้อรา แต่หลังจาก ๖ เดือนไปแล้วเริ่มพบว่ามีด้วงกาแฟเข้าทำลายและพบเชื้อราโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเก็บรักษา ๑๒ เดือนในปี ๒๕๕๕/๒๕๕๖ และ ๒๕๕๖/๒๕๕๗ พบการเข้าทำลายของด้วงกาแฟเฉลี่ยคิดเป็น ๓๘.๐% และ ๑๕.๐% และพบเชื้อรา *Aspergillus niger* *Penicillium Mycelium* ทุกภาชนะที่เก็บรักษาจากการสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ด้วยวิธี Direct plate การเก็บรักษาเมล็ดกาแฟให้ได้คุณภาพดีควรเก็บรักษาเมล็ดกาแฟที่มีความชื้นไม่เกิน ๑๓ % (มาตรฐานการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟความชื้นไม่เกิน ๑๓ %) สามารถเก็บได้นานสูงสุด ๖ เดือนในสภาพอุณหภูมิ ๒๕-๓๐ องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ๗๐-๘๐ % โดยเก็บในถุงพลาสติกแบบซีลดีที่สุดในรองลงมาเป็นการเก็บในถุงพลาสติกหนา เนื่องจากการเข้าทำลายของด้วงกาแฟน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ และปริมาณสารพิษจากเชื้อราต่ำกว่าค่ามาตรฐานสากลกำหนดคือ ไม่เกิน ๕ µg/kg หรือ ppb นอกจากนั้นความชื้นของเมล็ดกาแฟอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

<sup>๑/</sup> ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร

<sup>๒/</sup> สถาบันวิจัยพืชสวน

<sup>๓/</sup> สำนักวิจัยพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช

คำนำ

กาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจที่ปัจจุบันนิยมบริโภคกันอย่างกว้างขวางไม่ว่าจะเป็นกาแฟสด หรือกาแฟสำเร็จรูป โดยเฉพาะในจังหวัดที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวมีลูกค้าจากในประเทศและต่างประเทศสามารถหาซื้อกาแฟบริโภคได้ง่าย ทั้งนี้คุณภาพของวัตถุดิบ เช่น ของเมล็ดกาแฟที่นำมาทำเป็นกาแฟสด ต้องเป็นเมล็ดที่ผ่านการคัดขนาด สิ่งเจือปน ก่อนนำมาคั่ว แต่ถ้าเก็บเมล็ดกาแฟไว้นานโดยไม่มีวัสดุบรรจุที่ตีพอ เกิดความชื้น ทำให้เชื้อราเข้าสู่เมล็ดได้ ก่อให้เกิดแมลงเข้าทำลายได้ง่าย และหลังจากแมลงทำลายแมลงจะหายใจถ่ายมูลออกมา เกิดความชื้น ก่อให้เกิดเชื้อราที่สร้างสารพิษ (Toxin) และไม่สร้างสารพิษ ขึ้นอยู่กับสภาพที่เหมาะสมของเชื้อราชนิดนั้น ๆ ดังนั้นเมื่อนำไปคั่วความร้อนไม่สามารถทำลายสารพิษให้หมดไปได้ ถ้าบริโภคกาแฟที่มีสารพิษ

ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย เช่น คลื่นไส้, อาเจียน, วิงเวียนศีรษะ เป็นพิษต่อตับไต และมีสารก่อมะเร็ง (อมรา, ๒๕๔๕) ถ้าได้รับในปริมาณมาก ๆ อาจถึงตายได้ ดังนั้นขั้นตอนการเก็บเกี่ยวกาแฟ จนถึงการแปรรูปนั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อลดการปนเปื้อนของแมลงและเชื้อรา อีกทั้งทำให้สินค้ามีคุณภาพสามารถแข่งขันกับ ตลาดโลกได้และเพื่อไม่ให้ประเทศคู่ค้าใช้เป็นข้อกีดกันทางการค้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทยจะเปิดเสรี การการค้า (AFTA) กับต่างประเทศ และเพื่อให้สามารถแข่งขันกับประเทศคู่แข่งได้ จึงควรปรับปรุงคุณภาพของ กาแฟ/ผลิตภัณฑ์เพื่อรองรับมาตรการดังกล่าว ในที่นี้การปรับปรุงคุณภาพรวมถึงขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยวกาแฟไม่ว่าจะเป็นการเลือกเก็บผลที่สุก ๗๐ % การตาก การสี การคัดเมล็ด จนถึงการบรรจุกระสอบ การขนส่ง ถ้าปฏิบัติไม่ถูกต้องก่อให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อรา และแมลงได้ง่าย จากการศึกษาของ Anthony Marsh และคณะ (๒๐๐๖) ศึกษาชนิด และปริมาณของเชื้อราในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟที่ระยะเวลา ๙ เดือน ในภาชนะต่าง ๆ ประกอบด้วย ถุงกระสอบข้าวสาร (Polypropylene) ถุงพลาสติก (Polyethylene) กับ กาแฟที่ได้จากขบวนการแปรรูปได้แก่ dry cherry, dry parchment, Dry Split Coffee และ Green bean สุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดกาแฟมาวิเคราะห์ชนิดและปริมาณเชื้อราพบเชื้อรา *Aspergillus niger* อยู่ระหว่าง ๘๐-๑๐๐ % และพบเชื้อรา *Aspergillus ochraceus* ซึ่งเป็นเชื้อราที่ก่อให้เกิดการสร้างสารพิษ Ochratoxin A น้อยกว่าค่ามาตรฐานที่ทางประเทศคู่ค้ากำหนด แต่ปัญหาที่สำคัญของการผลิตกาแฟอย่างหนึ่งคือ ตัวงาแฟ (Coffee bean weevil) ซึ่งเป็นแมลงศัตรูในโรงเก็บชนิดหนึ่ง ที่สำคัญต่อการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟโดยทำความเสียหายร้ายแรงให้กับเมล็ดกาแฟและเมล็ดพืชชนิดอาหารอื่น ๆ เช่น โกโก้ มันสำปะหลัง มันฝรั่ง ข้าวโพด ถั่วลิสง เครื่องเทศ ทานตะวัน ผลไม้แห้ง เป็นต้น ลักษณะตัวเต็มวัยสีน้ำตาลอมเทา วงจรชีวิต ๔๖-๖๖ วันและวงจรชีวิตจะสั้นลงถ้าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า ๖๐ เปอร์เซ็นต์ (พรทิพย์และคณะ, ๒๕๕๑) ลักษณะการทำลาย ตัวเต็มวัยจะกัดกินอยู่ภายในเมล็ดกาแฟ ซึ่งนอกจากทำความเสียหายให้กับเมล็ดกาแฟแล้ว มูลของแมลงทำให้กลิ่น รสชาติ กาแฟเปลี่ยนไป (กรรณิการ์และคณะ, ๒๕๕๒) ส่งผลต่อคุณภาพของกาแฟและความเชื่อมั่น ดังนั้น การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟ เพื่อให้ปลอดภัยจากการเข้าทำลายของตัวงาแฟและเชื้อราที่สร้างสารพิษและปลอดภัยต่อผู้บริโภคทำให้เกษตรกรไทยสามารถดำรงอาชีพปลูกกาแฟให้ได้อย่างดี เป็นที่เชื่อมั่นของผู้บริโภคและตลาดคู่ค้า

## วิธีการดำเนินการและอุปกรณ์

### อุปกรณ์

- ถุงพลาสติกชนิดซีลสุญญากาศ กระสอบป่าน กระสอบผ้าด้ายดิบ ถุงพลาสติกชนิดหนา ถุงพลาสติกใส
- เมล็ดกาแฟ (green bean) โรบัสตา
- สารเคมี โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH<sub>๑</sub>) โซเดียมไฮโปคลอไรต์ ( NaOCl) แอลกอฮอล์
- เครื่องวัดความชื้น
- อาหารเลี้ยงเชื้อรา (Dichloran ๑๘% Glycerol agar : DG ๑๘)
- อุปกรณ์เครื่องแก้ว, ตูบฆ่าเชื้อ
- กล้องจุลทรรศน์ แก๊ส ไมซ์ไฟ
- ขวดเลี้ยงแมลง
- ปากคืบ , พาราฟิล์ม
- น้ำกลั่น

## วิธีการดำเนินการ

วางแผนการทดลอง แบบ split plot in RCB ๔ ซ้ำ ๕ กรรมวิธี

Main plot คือ ภาชนะในการเก็บรักษา ประกอบด้วย

- ๑ เก็บในถุงพลาสติกหนาขึ้นด้วยสุญญากาศ
- ๒ เก็บในถุงผ้าดิบ
- ๓ เก็บในถุงพลาสติกหนา (hermetic bag)
- ๔ เก็บในกระสอบป่าน
- ๕ ถุงพลาสติกใส (polyethelene bag liner)

Sub plot คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษา ประกอบด้วย

๑. เก็บรักษาที่อายุ ๓ เดือน
๒. เก็บรักษาที่อายุ ๖ เดือน
๓. เก็บรักษาที่อายุ ๙ เดือน
๔. เก็บรักษาที่อายุ ๑๒ เดือน

### - วิธีปฏิบัติการทดลอง

๑. สุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดกาแฟจากแปลงเกษตรกรที่มีวิธีการปฏิบัติเหมือนกันหรือใกล้เคียงกันและจากงานวิจัยกาแฟภายในศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร

๒. นำเมล็ดกาแฟมาทำความสะอาดคัดเมล็ดเพื่อกำจัดสิ่งเจือปนออกและหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดซึ่งเมล็ดกาแฟมีความชื้นไม่เกิน ๑๓ % ก่อนนำไปบรรจุภาชนะต่างๆ

๓. นำเมล็ดกาแฟไปบรรจุถุง / ภาชนะที่กำหนดไว้ในกรรมวิธีการวิจัยกรรมวิธีละ ๑๕ กก. ประกอบด้วยบรรจุถุงพลาสติกชนิดหนาขึ้นด้วยสุญญากาศ ขนาด ๒๐ x ๓๐ ซม. ถุงผ้าดิบขนาด ๑๘x๒๖ ซม., ถุงพลาสติกหนา (Hermetic bag) ขนาด ๑๖x๒๕ ซม. ความหนา ๘๐ ไมครอน ,ถุงกระสอบป่าน, ถุงพลาสติกใสชนิดถุงร้อนขนาด ๒๐x๓๐ ซม. หนา ๐.๐๗ มิลลิเมตร

๔. เมื่อบรรจุถุงเสร็จนำไปเก็บในห้องเก็บที่อุณหภูมิห้อง ๒๕-๓๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓, ๖, ๙ และ ๑๒ เดือน ตรวจวัดความชื้นของเมล็ดทุกเดือนที่เก็บรักษา พร้อมเก็บข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ในห้องที่เก็บ

๕. สุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดกาแฟในแต่ละกรรมวิธีที่เก็บรักษาเป็นเวลา ๓, ๖, ๙ และ ๑๒ เดือน นำมาหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น โดยแบ่งตัวอย่างในแต่ละกรรมวิธีออกเป็น ๒ ส่วนคือ

๕.๑. สุ่มเก็บเมล็ดกาแฟมา ๒๕๐ กรัมเพื่อนำมาตรวจนับด้วงกาแฟก่อนนำไปเก็บรักษาในขวดสำหรับเลี้ยงแมลงเป็นเวลา ๒ เดือนเพื่อตรวจนับด้วงกาแฟอีกครั้ง

๕.๒. สุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดกาแฟมา ๕๐๐ กรัม เพื่อวิเคราะห์ชนิดของเชื้อราด้วยวิธี Direct plate ใน

ห้องปฏิบัติการหลังจากบ่มเชื้อทิ้งไว้เป็นเวลา ๕ และ ๑๐ วันที่อุณหภูมิห้อง ๒๕-๓๐ องศาเซลเซียสตรวจนับชนิดของเชื้อรา และส่งตัวอย่างเมล็ดกาแฟที่พบเชื้อราที่ก่อให้เกิดการสร้างสารพิษ Ochratoxin A วิเคราะห์หาปริมาณสารพิษด้วยวิธี AOAC ๒๐๐๐.๓ ณ สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช

๖. ทุกครั้งที่สุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดในแต่ละช่วงอายุการเก็บรักษาทำการตรวจวัด ความชื้นของเมล็ดกาแฟในภาชนะที่เก็บรักษาทุกครั้ง

๗. คำนวณเปอร์เซ็นต์ของด้วงกาแฟและเชื้อรา รวบรวมข้อมูล / วิเคราะห์ผล / สรุปผล และรายงานผล-การบันทึกข้อมูล

๑. บันทึกข้อมูลความชื้นของเมล็ดในแต่ละกรรมวิธีที่เก็บรักษา

๒. เปอร์เซ็นต์ของด้วงกาแฟ ชนิดและปริมาณของเชื้อรา

๓. รวบรวมข้อมูล/วิเคราะห์ข้อมูล

๔. รายงานผล

-เวลาและสถานที่ เวลา เริ่มต้น ตุลาคม ๒๕๕๔ สิ้นสุด กันยายน ๒๕๕๗  
สถานที่ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร อ.สวี จ.ชุมพร

### ผลการทดลองและวิจารณ์

การเก็บรักษาเมล็ดกาแฟต่อการเข้าทำลายของด้วงกาแฟและสารพิษจากเชื้อรา จากการสุ่มตัวอย่างเมล็ดกาแฟในแต่ละกรรมวิธีโดยแบ่งออกเป็น ๒ ส่วนดังนี้ ๑) สุ่มเก็บตัวอย่าง ๒๕๐ กรัม/กรรมวิธี ที่อายุการเก็บรักษา ๖, ๙ และ ๑๒ เดือน เพื่อนำมาตรวจนับจำนวนด้วงกาแฟและเปอร์เซ็นต์การทำลาย ๒.) สุ่มเก็บตัวอย่างจำนวน ๕๐๐ กรัม/กรรมวิธี มาตรวจวิเคราะห์ชนิดเชื้อราด้วยวิธี Direct plate ผลการทดลอง ปี ๒๕๕๕/๕๖ การตรวจนับปริมาณด้วงกาแฟและเปอร์เซ็นต์การทำลายพบว่า การเก็บรักษาเมล็ดกาแฟไว้ในถุงผ้าด้ายดิบช่วง ๖ เดือน เปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงกาแฟมากที่สุด ๑๓.๑๖% รองลงมาเป็นการเก็บรักษาในกระสอบป่าน ๑๒.๑๖ % และการเก็บรักษาในถุงพลาสติกใส ถุงพลาสติกหนาและถุงพลาสติกแบบซีล เปอร์เซ็นต์การทำลายใกล้เคียงกันคือ ๙.๕๐, ๙.๑๖ และ ๗.๕ % ตามลำดับ (ตารางที่ ๑และภาพที่ ๒) เช่นเดียวกันกับการเก็บรักษาในถุงผ้าด้ายดิบเป็น เวลา ๙ และ ๑๒ เดือน เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายมากที่สุด ๑๗.๓๓ และ ๔๓.๒๕ % รองลงมาเป็นการเก็บรักษาในกระสอบป่าน ๑๕.๑๖ และ ๔๒.๕๘% ส่วนการเก็บรักษาในภาชนะอื่นๆเปอร์เซ็นต์การทำลายใกล้เคียงกัน ยกเว้นการเก็บรักษาในถุงพลาสติกแบบซีล เปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงกาแฟน้อยที่สุดทุกช่วงเวลาของการเก็บรักษา (ตารางที่ ๒,๓ และภาพที่ ๒) สอดคล้องกับงานทดลองของกรรณิการ์และคณะ. ๒๕๕๑. พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดกาแฟไว้ในถุงพลาสติกแบบธรรมดาและกระสอบป่านจะพบการเข้าทำลายของด้วงกาแฟได้ตั้งแต่ ๖ เดือน ๒๒.๕ - ๒๔.๒ % และเปอร์เซ็นต์การทำลายจะเพิ่มขึ้นในเดือนที่ ๙ และ ๑๒ คือ ๒๕.๕ - ๔๙.๐ และ ๓๕.๕ - ๗๓.๐ % หลังจากสุ่มนับเปอร์เซ็นต์การทำลายของด้วงกาแฟแล้วจะเก็บเมล็ดกาแฟนั้นใส่ขวดลิ้นแฉียงมั่งกิ้งไว้ ๒ เดือนเพื่อตรวจนับจำนวนด้วงกาแฟในเดือนถัดไป เนื่องจากวงจรชีวิตของด้วงกาแฟมีอายุอยู่ได้ประมาณ ๔๖-๖๖ วัน (พรทิพย์และคณะ, ๒๕๕๑)

ปี ๒๕๕๖/๒๕๕๗ การเก็บรักษาเมล็ดกาแฟไว้ที่อายุ ๓ เดือนหลังการทดลองไม่พบว่ามีด้วงกาแฟ แต่สามารถพบด้วงกาแฟได้ตั้งแต่เดือนที่ ๖ ของการเก็บรักษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเก็บในถุงผ้าด้ายดิบพบการทำลายของด้วงกาแฟเฉลี่ยมากที่สุด ๘.๖๓% รองลงมาเป็นการเก็บรักษาในถุงพลาสติกใส ๗.๕๖% ส่วนการเก็บรักษาในถุงพลาสติกแบบซีลพบการเข้าทำลายของด้วงกาแฟน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ เช่นเดียวกันกับการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟที่ ๙ และ ๑๒ เดือน พบการเข้าทำลายของด้วงกาแฟที่สุดในถุงผ้าด้ายดิบ ๑๐.๕๖ และ ๑๓.๙๓ และกระสอบป่าน ๑๖.๔ และ ๙.๕% ส่วนการเก็บในถุงพลาสติกแบบซีลสูญญากาศยังมีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆเช่นกัน (ภาพที่ ๓) ซึ่งการใช้ถุงพลาสติกแบบซีลสูญญากาศ โอกาสที่ความชื้นและอากาศจะเข้าไปสัมผัสกับเมล็ดกาแฟได้น้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ส่วนด้วงกาแฟที่ทำความเสียหายให้กับเมล็ดกาแฟเกิดจากด้วงกาแฟที่อยู่ภายนอกภาชนะบรรจุแล้วเจาะเข้าไปกัดกินอยู่ภายในเมล็ดกาแฟ นอกจากนั้นสภาพภูมิอากาศ ความชื้น และอาหารที่แมลงกินเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ของแมลง โดยวงจรชีวิตจะสั้นลงถ้าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า ๖๐ เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ ๒๗ องศาเซลเซียส และถ้าเลี้ยงในข้าวโพดขึ้นด้วงกาแฟจะตายหมดเกือบทุกระยะ ยกเว้นระยะดักแด้ (พรทิพย์และคณะ, ๒๕๕๑)

**ชนิดของเชื้อรา** ส่วนการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟไว้ที่ระยะ ๖, ๙ และ ๑๒ เดือนหลังการทดลองปี ๒๕๕๕/๒๕๕๖ พบเชื้อรา *A. niger* มากที่สุดทุกกรรมวิธีโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเก็บรักษาที่อายุ ๑๒ เดือนหลังการทดลอง และกรรมวิธีการเก็บรักษาในถุงผ้าด้ายดิบและกระสอบป่านเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ ๖๔.๔๑ และ ๖๒.๒๕ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และการเก็บรักษาในถุงพลาสติกใส ถุงพลาสติกหนาและถุงพลาสติกแบบซีล เปอร์เซ็นต์การทำลาย ๑๘.๒๕, ๘.๔๑ และ ๑๔.๘๓ ตามลำดับ (ภาพที่ ๔) เช่นเดียวกับ *Penicillium* sp. เป็นเชื้อราที่สามารถสร้างสารพิษ Ochratoxin ได้เช่นเดียวกัน พบมากในการเก็บรักษา ๑๒ เดือนในกระสอบป่านและถุงผ้าด้ายดิบ ๕๐.๒๘ และ ๔๐.๒๒ % ตามลำดับ แต่ไม่พบเชื้อรา *A. ochraceus* ที่ก่อให้เกิดการสร้างสารพิษ Ochratoxin A ในทุกกรรมวิธี ในขณะที่ Mycelium ซึ่งเป็นเส้นใยของเชื้อรา พบในทุกภาชนะที่เก็บรักษาและทุกช่วงอายุการเก็บรักษา โดยเฉพาะการเก็บรักษาในถุงผ้าด้ายดิบ ถุงพลาสติกหนา ถุงพลาสติกแบบซีล ถุงพลาสติกใส กระสอบป่านพบ ๓๐.๘๗, ๒๘.๐๘, ๒๕.๙๕, ๒๔.๐๕ และ ๑๘.๗๖ % ตามลำดับ (ภาพที่ ๔)

ส่วนปี ๒๕๕๖/๕๗ จากผลการรายงานความก้าวหน้าของงานทดลองต่อคณะกรรมการที่ปรึกษากรมวิชาการเกษตรมีมติให้เพิ่มอายุการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟจาก ๖, ๙ และ ๑๒ เดือน เป็น ๓, ๖, ๙ และ ๑๒ เดือน โดยเก็บรักษาเมล็ดกาแฟในภาชนะต่างๆวางไว้ในห้องเก็บที่อุณหภูมิ ๒๕-๓๐ องศาเซลเซียส จากการสุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดกาแฟที่เก็บรักษาไว้ที่อายุ ๓, ๖, ๙ และ ๑๒ เดือนหลังการทดลองมาวิเคราะห์ชนิดของเชื้อราด้วยวิธี Direct plate พบว่า การเก็บรักษาเป็นเวลา ๓ เดือนไม่พบว่ามีเชื้อรา *A. niger* ส่วนที่อายุ ๖ เดือนหลังการเก็บรักษาพบเชื้อรา *A. niger* มากที่สุดในทุกภาชนะและพบว่าหลังการเก็บรักษา ๙ และ ๑๒ เดือนพบ *A. niger* น้อยลงตามลำดับ ซึ่งการเก็บในถุงผ้าด้ายดิบพบ *A. niger* มากที่สุดเฉลี่ย ๔๖.๖๒ % (ตารางที่ ๖) ส่วนเชื้อรา *Penicillium* sp. พบมากที่สุดช่วงอายุการเก็บรักษา ๙ เดือนจากการเก็บรักษาในถุงผ้าด้ายดิบ ๔๙.๒๗% ถุงพลาสติกใส ๓๗.๙๑% และกระสอบป่าน ๓๕.๔๗% ตามลำดับและเฉลี่ยทั้งปี ๒๑.๑๙% และกระสอบป่าน ๑๘.๘% (ภาพที่ ๕) และไม่พบเชื้อรา *A. Ochraceus* ที่ก่อให้เกิดการสร้าง OTA ส่วนเชื้อราชนิดอื่นไม่พบเช่นเดียวกัน ทั้งนี้การพบเชื้อราที่สร้างสารพิษในแต่ละช่วงอายุของการเก็บรักษาขึ้นอยู่กับความชื้นอุณหภูมิ เป็นปัจจัยสำคัญโดยถ้าอุณหภูมิสูง ต่ำ สลับกันและความชื้นของเมล็ดกาแฟสูงเหมาะต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา โดยจะเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราได้ง่าย และโอกาสที่เกิดสารพิษจากเชื้อราเป็นไปได้สูง (อมร, ๒๕๔๙) หลังจากนั้นได้ส่งตัวอย่างเมล็ดกาแฟที่พบว่ามีเชื้อราที่ก่อให้เกิดการสร้างสารพิษวิเคราะห์ปริมาณสารพิษ ณ สำนักวิจัยพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช

**ปริมาณสารพิษจากเชื้อรา** การเก็บรักษาเมล็ดกาแฟที่อายุ ๖ และ ๙ เดือนจากการสุ่มเก็บเมล็ดกาแฟมาวิเคราะห์ชนิดของเชื้อราด้วยวิธี Direct plate พบเชื้อราที่ก่อให้เกิดการสร้างสารพิษ Ochratoxin A (OTA) จึงส่งตัวอย่างนั้นวิเคราะห์ปริมาณสารพิษจากเชื้อราด้วยวิธี AOAC ๒๐๐๐.๓ พบว่า ช่วงอายุ ๖ เดือนของการเก็บรักษาพบปริมาณสารพิษจากเชื้อราในเมล็ดกาแฟจากถุงพลาสติกหนาแบบซีล ๑.๗๐ µg/kg ถุงผ้าด้ายดิบ ๓.๗๕ µg/kg ถุงพลาสติกหนา ๑.๑๕ µg/kg ถุงกระสอบป่าน ๑.๐๘ µg/kg และ ถุงพลาสติกใส ๓.๘๐ µg/kg ส่วนการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟเป็นเวลา ๙ เดือนพบปริมาณสารพิษจากเชื้อราคือ ถุงพลาสติกหนาแบบซีล ๓.๕๕ µg/kg ถุงผ้าด้ายดิบ ๖.๔๘ µg/kg ถุงพลาสติกหนา ๓.๙๓ µg/kg ถุงกระสอบป่าน ๔.๗๘ µg/kg และ ถุงพลาสติกใส ๑.๙๐ µg/kg (ตารางที่ ๔) เฉลี่ย ๒.๖๒, ๕.๑๑, ๒.๕๔, ๒.๙๓ และ ๒.๘๕ µg/kg ตามลำดับ ซึ่งปริมาณสารพิษที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานสากลกำหนด (๕ ppb หรือ µg/kg) ยกเว้นการเก็บรักษาในถุงผ้าด้ายดิบที่พบปริมาณสารพิษจากเชื้อราเกินค่ามาตรฐาน ส่วนการเก็บรักษา ๑๒ เดือนไม่สามารถส่งตัวอย่างเมล็ดกาแฟวิเคราะห์ปริมาณสารพิษจากเชื้อราได้เนื่องจากพบการเข้าทำลายของด้วงกาแฟ ทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อนได้เพราะมีชิ้นส่วนของแมลงปะปนไปในเมล็ดกาแฟ นอกจากนี้ถ้าพบว่ามีมีการเข้าทำลาย

ของด้วงกาแฟซึ่งเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญ ทำให้ตัวอย่างโดนตีกลับ เพราะจะเกิดการแพร่กระจายของด้วงกาแฟไปยังแหล่งอื่นๆ จึงไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณสารพิษจากเชื้อราที่อายุการเก็บรักษา ๑๒ เดือน

นอกจากนี้ขาดข้อมูลผลการชิมรสชาติจากสาเหตุที่เกิดการเข้าทำลายของด้วงกาแฟ ทำให้เมล็ดกาแฟได้รับความเสียหาย ส่งผลทำให้ไม่สามารถส่งตัวอย่างเมล็ดกาแฟทดสอบการชิมรสชาติได้ เพราะรสชาติการชิมจะเปลี่ยนไปและที่สำคัญเป็นการยับยั้ง หรือสกัดการแพร่ระบาดของด้วงกาแฟไปยังแหล่งใหม่ที่ไม่เคยพบการระบาดมาก่อน

ตารางที่ ๑ เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของด้วงกาแฟหลังการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟไว้ที่ ๖ เดือนหลังการทดลอง ปี ๒๕๕๕/๒๕๕๖

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน)	ภาชนะเก็บรักษา					ค่าเฉลี่ย
	พลาสติกซีล	ถุงผ้าดิบ	ถุงพลาสติกหนา	กระสอบป่าน	ถุงพลาสติกใส	
๖	๗.๕	๑๓.๐๐	๑๐.๒๕	๑๒.๒๕	๑๑.๗๕	๑๐.๙๕
๙	๘.๗๕	๑๖.๐๐	๙.๐๐	๑๔.๐๐	๘.๒๕	๑๑.๒
๑๒	๖.๒๕	๑๐.๕๐	๘.๒๕	๑๐.๒๕	๘.๕๐	๘.๗๕
<b>เฉลี่ย</b>	<b>๗.๕</b>	<b>๑๓.๑๖</b>	<b>๙.๑๖</b>	<b>๑๒.๑๖</b>	<b>๙.๕</b>	<b>๑๐.๓</b>
ระยะเวลา x ภาชนะเก็บรักษา	<๑					
%CV ((ภาชนะเก็บรักษา)	๓๖.๓*					
%CV (ระยะเวลาการเก็บรักษา)	๔๕.๘ <sup>ns</sup>					

ตารางที่ ๒ เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของด้วงกาแฟหลังการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟไว้ที่ ๙ เดือนหลังการทดลอง ปี ๒๕๕๕/๒๕๕๖

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน)	ภาชนะเก็บรักษา					ค่าเฉลี่ย
	พลาสติกซีล	ถุงผ้าดิบ	ถุงพลาสติกหนา	กระสอบป่าน	ถุงพลาสติกใส	
๖	๑๐.๗	๑๗.๕	๑๕.๔	๑๕.๓	๑๔.๑	๑๔.๖
๙	๑๓.๙	๑๖.๗	๑๖.๒	๑๕.๘	๑๓.๔	๑๕.๒
๑๒	๑๓.๕	๑๙.๐	๑๒.๙	๑๔.๔	๑๖.๗	๑๕.๓
<b>เฉลี่ย</b>	<b>๑๒.๗</b>	<b>๑๗.๓๓</b>	<b>๑๔.๘๓</b>	<b>๑๕.๑๖</b>	<b>๑๔.๗๓</b>	<b>๑๕.๐๓</b>
ระยะเวลา x ภาชนะเก็บรักษา	<๑					
%CV (ภาชนะเก็บรักษา)	๒๔.๖					
%CV (ระยะเวลาการเก็บรักษา)	๒๖.๖					

ตารางที่ ๓ เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของด้วงกาแฟหลังการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟไว้ที่ ๑๒ เดือนหลังการทดลอง ปี ๒๕๕๕/๒๕๕๖

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน)	ภาชนะเก็บรักษา					ค่าเฉลี่ย
	พลาสติกซีล	ถุงผ้าดิบ	ถุงพลาสติกหนา	กระสอบป่าน	ถุงพลาสติกใส	
๖	๓๐.๕๐	๓๕.๕๐	๓๖.๐๐	๔๓.๕๐	๒๕.๗๕	๓๔.๒๕
๙	๓๒.๗๕	๔๕.๐๐	๔๑.๕๐	๔๓.๕๐	๓๘.๐๐	๔๐.๑๕
๑๒	๓๑.๒๕	๔๙.๒๕	๔๓.๗๕	๔๐.๗๕	๓๓.๐๐	๓๙.๖๐
<b>เฉลี่ย</b>	<b>๓๑.๒๕</b>	<b>๔๓.๒๕</b>	<b>๔๐.๔๑</b>	<b>๔๒.๕๘</b>	<b>๓๒.๒๕</b>	<b>๓๘.๐</b>
ระยะเวลา x ภาชนะเก็บรักษา	<๑					
%CV (ภาชนะเก็บรักษา)	๒๑.๑**					
%CV (ระยะเวลาการเก็บรักษา)	๒๖.๑ <sup>ns</sup>					

ตารางที่ ๔ ปริมาณสารพิษจากเชื้อรา (OTA) หลังการเก็บรักษาที่อายุ ๖ และ ๙ เดือนหลังการทดลอง ปี ๒๕๕๕/๕๖

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน)	กรรมวิธีในการเก็บรักษา/ปริมาณสารพิษจากเชื้อรา ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )				
	พลาสติกซีล	ถุงผ้าดิบ	ถุงพลาสติกหนา	กระสอบป่าน	ถุงพลาสติกใส
๖	๑.๗๐	๓.๗๕	๑.๑๕	๑.๐๘	๑.๙๐
๙	๓.๕๕	๖.๔๘	๓.๙๓	๔.๗๘	๓.๘๐
<b>เฉลี่ย</b>	<b>๒.๖๒</b>	<b>๕.๑๑</b>	<b>๒.๕๔</b>	<b>๒.๙๓</b>	<b>๒.๘๕</b>

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การเก็บรักษาเมล็ดกาแฟในภาชนะต่างๆประกอบด้วย ถุงพลาสติกหนาแบบซีล ถุงผ้าดำดิบ ถุงกระสอบป่าน ถุงพลาสติกหนา ถุงกระสอบป่าน และถุงพลาสติกใสที่อายุ ๓, ๖, ๙ และ ๑๒ เดือนพบว่า การเก็บรักษาเมล็ดกาแฟที่อายุ ๓ เดือนในฤดูกาลผลิตปี ๒๕๕๕/๕๖ และ ๒๕๕๖/๕๗ ไม่พบการเข้าทำลายของด้วงกาแฟ และเชื้อรา จากการสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ด้วยวิธี Direct plate และสามารถเก็บรักษาเมล็ดกาแฟที่มีความชื้นไม่เกิน ๑๓ % ได้นานสูงสุด ๖ เดือน และพบว่าเก็บในถุงพลาสติกแบบซีลดีที่สุด รองลงมาเป็นการเก็บในถุงพลาสติกหนา เนื่องจากการเข้าทำลายของด้วงกาแฟน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆนอกจากนั้นความชื้นของเมล็ดกาแฟต่ำกว่าการเก็บรักษาในภาชนะอื่น (มาตรฐานการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟความชื้นไม่เกิน ๑๓ %) แต่หลังจากเวลาผ่านไป ๖ เดือนแล้วเริ่มพบว่ามี การเข้าทำลายของด้วงกาแฟ และการปนเปื้อนของเชื้อราชนิดต่างๆ *A. niger*, *pennicillium*, *Mycelium* โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟที่อายุ ๑๒ เดือนหลังการทดลอง พบการเข้าทำลายของด้วงกาแฟมากที่สุดในทุกภาชนะที่ทำการเก็บรักษา และจากการส่งตัวอย่างเมล็ดกาแฟหลังการเก็บรักษา ๖ และ ๙ เดือน วิเคราะห์ปริมาณสารพิษด้วยวิธี AOAC ๒๐๐๐.๓ พบค่าปริมาณสารพิษจากเชื้อราอยู่ระหว่าง ๒.๖๒-๕.๑๑  $\mu\text{g}/\text{kg}$  โดยพบค่าปริมาณสารพิษจากตัวอย่างเมล็ดกาแฟที่เก็บรักษาในถุงผ้าดำดิบมากที่สุด ๕.๑๑  $\mu\text{g}/\text{kg}$  ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานสากลกำหนด (ไม่เกิน ๕  $\mu\text{g}/\text{kg}$  หรือ ppb) ส่วนการเก็บในถุงพลาสติก

แบบซีลสุญญากาศพบค่าปริมาณสารพิษต่ำสุด ๒.๖๒ µg/kg (ตารางที่ ๔) ซึ่งสามารถนำวิธีการดังกล่าวไปแนะนำเกษตรกร กลุ่มเกษตรกร กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปกาแฟ ให้สามารถเก็บรักษาเมล็ดกาแฟที่ปลอดภัยต่อการทำลายของด้วงกาแฟ และ สารพิษจากเชื้อรา นอกจากนี้การเก็บรักษาเมล็ดกาแฟความชื้นเริ่มต้นไม่ควรเกิน ๑๓ % และภาวะในการเก็บรักษามีผลต่อการดูดความชื้นของเมล็ดกาแฟ กล่าวคือ ถ้าเก็บรักษาเมล็ดกาแฟในภาวะที่ปิดมิดชิดออกซิเจนแลกเปลี่ยนได้น้อย นอกจากนั้นฤดูกาล ความชื้นของอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดการเข้าทำลายของด้วงกาแฟและเชื้อรา ควรเก็บในหีบที่แห้งที่โปร่ง ไม่โดนฝน ความชื้น และอยู่ห่างจากแหล่งของเสียเช่น แหล่งปล่อยน้ำเสีย บ่อขยะ กองแกลบกาแฟ หรือเก็บกาแฟไว้ร่วมกับสิ่งอื่นเนื่องจากกาแฟสามารถดูดกลิ่น อย่างอื่นเข้าไปด้วยทำให้กลิ่น รสชาติเปลี่ยน นอกจากนั้นยังเป็นแหล่งอาศัยของด้วงกาแฟ ซึ่งจากการทดลองทั้ง ๓ ปี (ปี ๒๕๕๕-๒๕๕๗) ไม่สามารถส่งตัวอย่างเมล็ดกาแฟไปทดสอบการชิมรสชาติได้เนื่องจาก เมล็ดกาแฟมีการเข้าทำลายของด้วงกาแฟ ทำให้ตัวอย่างโดนตีกลับและต้องทำลายทิ้ง ทำให้ขาดข้อมูลด้านการชิมรสชาติ

### การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

๑. การแนะนำ ให้ความรู้แก่เกษตรกร/กลุ่มเกษตรกร กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้แปรรูปกาแฟในการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟให้ปลอดภัยจากการเข้าทำลายของด้วงกาแฟ และเชื้อรา ควรควบคุมความชื้นเมล็ดกาแฟไม่ให้เกิน ๑๓ %
๒. ภาวะในการเก็บรักษาควรเก็บในภาวะที่ปิดมิดชิด ซึ่งจากผลการทดลองนี้สามารถใช้ถุงพลาสติกแบบซีล และถุงพลาสติกหนา เนื่องจากพลาสติกมีคุณสมบัติในการดูดออกซิเจน และปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ส่งผลทำให้การเข้าทำลายของแมลง และเชื้อราลดลง นอกจากนั้นความชื้นของเมล็ดลดลงเช่นกัน เพราะขาดออกซิเจน และในอนาคตโรงงานแปรรูปกาแฟสามารถนำหลักวิธีการดังกล่าวไปปรับใช้ได้
๓. การเก็บรักษาเมล็ดกาแฟในแง่ของเกษตรกรจะเก็บรักษานานไม่เกิน ๖ เดือนส่วนใหญ่เกษตรกรจะขายเมล็ดกาแฟทันทีที่สีเสร็จ แต่ถ้าเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนหรือโรงงานแปรรูป กลุ่มผู้ประกอบการรายย่อยมักจะเก็บเมล็ดกาแฟไว้เป็นเวลามากกว่า ๖ เดือน จะพบการเข้าทำลายของด้วงกาแฟ ส่งผลต่อเมล็ดกาแฟได้รับความเสียหาย ทำให้คุณภาพและรสชาติกาแฟเปลี่ยนไป ดังนั้นทดลองนี้สามารถเลือกใช้ภาวะในการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟที่ปลอดภัยมากที่สุด และควรเก็บในโรงเก็บที่เหมาะสมอากาศถ่ายเทได้ดี กันแดด ฝน และที่สำคัญควรควบคุมความชื้นของเมล็ดก่อนการเก็บรักษาไม่เกิน ๑๓ %

### คำขอบคุณ

การเก็บรักษาเมล็ดกาแฟโรบัสตาให้ปลอดภัยต่อการเข้าทำลายของด้วงกาแฟและสารออกคราทอกซิน เอ (Ochratoxin A ) สามารถสำเร็จและลุล่วงไปด้วยดีต้องขอขอบคุณ คุณประสิทธิ์ พิริยะปรากฏ ที่ให้ความอนุเคราะห์ถุงเก็บตัวอย่างเมล็ดกาแฟ และคุณกรณชัยพงษ์ ภูคุ้มวงศ์สงวน รวมทั้งเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง



## เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ เฟ็งคุ่ม ทิพยา ไกรทอง ภาวินี หนูชนะภัย และ ณัฐวัฒน์ แยมยิ้ม. ๒๕๕๕. การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูกาแฟหลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีผสมผสาน. น. ๘๑-๘๙. ใน รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี ๒๕๕๕. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.

พรทิพย์ วิสารทานนท์ พรรณเพ็ญ ชโยภาส ใจทิพย์ อุไรชื่น รังสิมา เก่งการพานิช กรรณิการ์ เฟ็งคุ่ม จิราภรณ์ ทองพันธ์ ดวงสมร สุทธิสุทธิ์ ลักษณะ ร่มเย็น ภาวินี หนูชนะภัย และอัจฉรา เพชรโชติ. ๒๕๕๑. แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด. กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. ๑๘๐ น.

สถานีตรวจอากาศสว. ๒๕๕๔-๒๕๕๗. รายงานการตรวจสภาพอากาศประจำปี ๒๕๕๔-๒๕๕๗. กรมอุตุนิยมวิทยา

กระทรวงคมนาคม

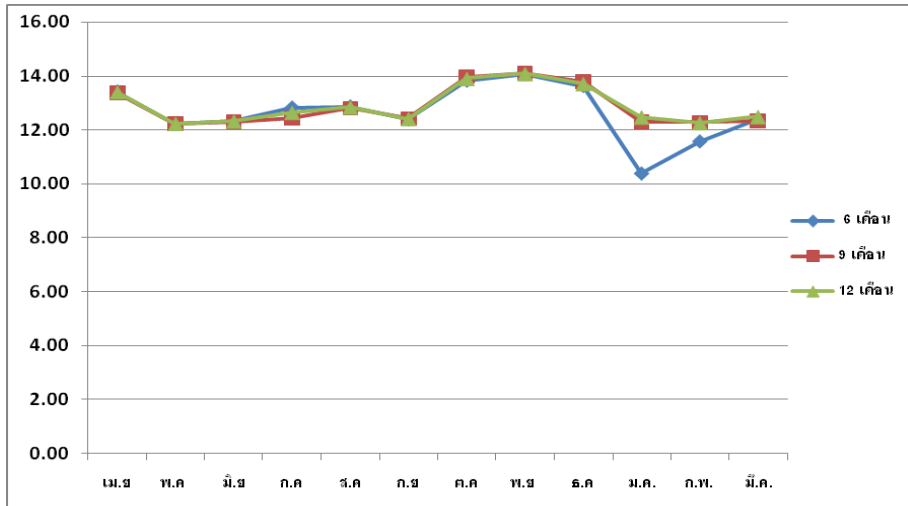
อมรา ชินภูติ. ๒๕๔๕. เอกสารวิชาการสารพิษจากเชื้อราและการวิเคราะห์โดยวิธี Immunological Assay.

กลุ่มงานวิจัยโรคพืชและผลิตผลเกษตร กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. ๖๙

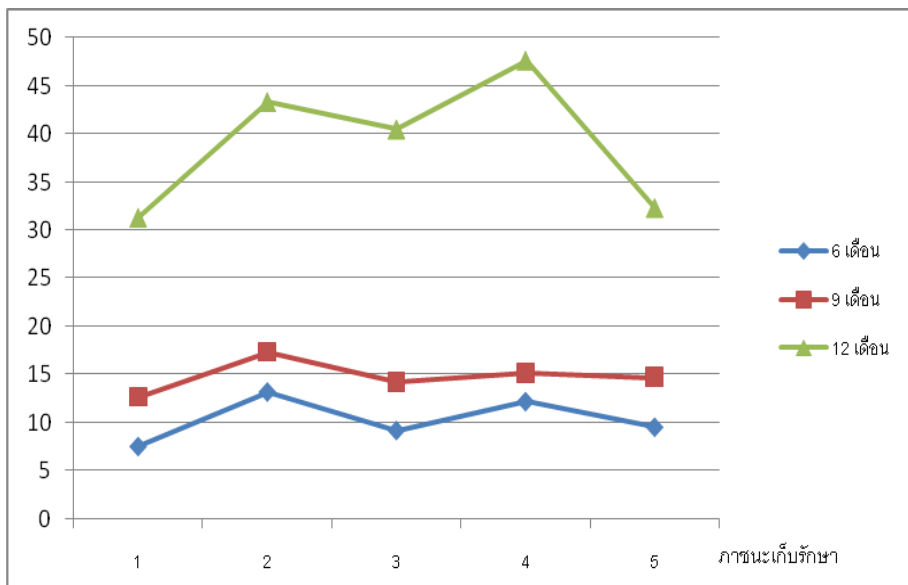
น.

Antony Marsh, John Michael Frank, Jacques Op De Lakk, Peyanook Naka, Panit

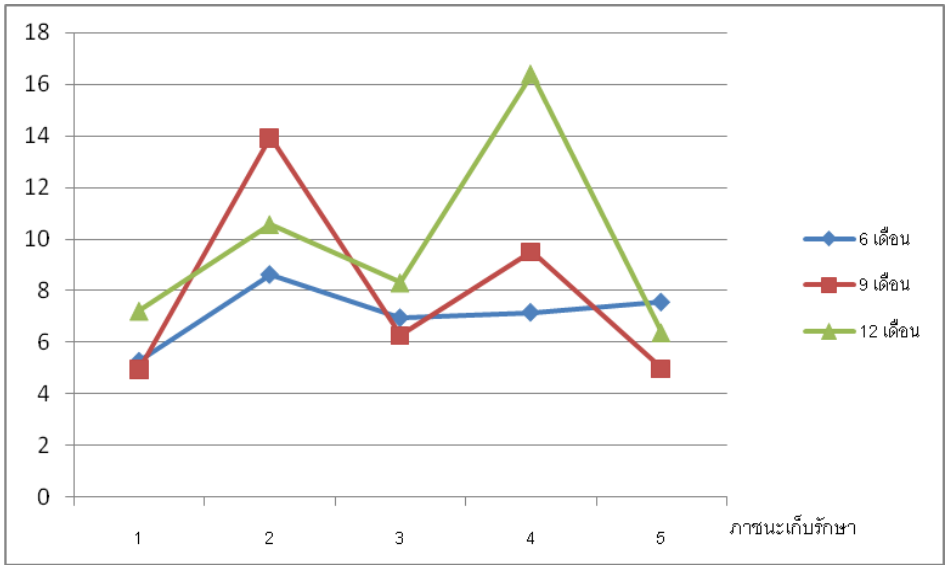
Ngangoranatigarn, Sureerat Thuntavee, Yupin Kasinkasaempong, Wiliawan Twishsri, Junlasak Boonyarut, Suparat Kositcharoenkul, Arunsri Wongurai, Pailin Lhekkong, Tippaya Kraitong, Parnhathai Nopchinwong, Ong-art Sungthada, Nicha Laempet, Surapon Taruyanon, Prapapron Chantanumat, Valli Onmukh, Pairat Chauytem, Seree Yusathid, and Keith Chapman. ๒๐๐๖. Special R&D Report on the FAO- Thailand Robusta Coffee Project TCP/THA/๓๐๐๒ Improvement of coffee quality and prevention of Ochratoxin A on Robusta Coffee. ๗๙ p.



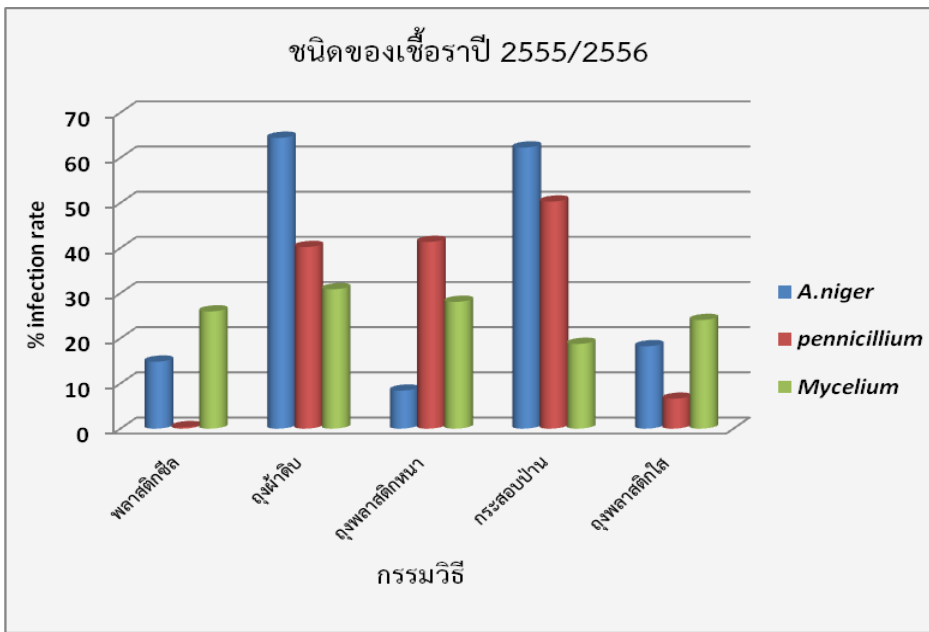
ภาพที่ ๑ ความชื้นของเมล็ดกาแฟหลังการเก็บรักษา ๖,๙ และ ๑๒ เดือนปี ๒๕๕๕/๕๖



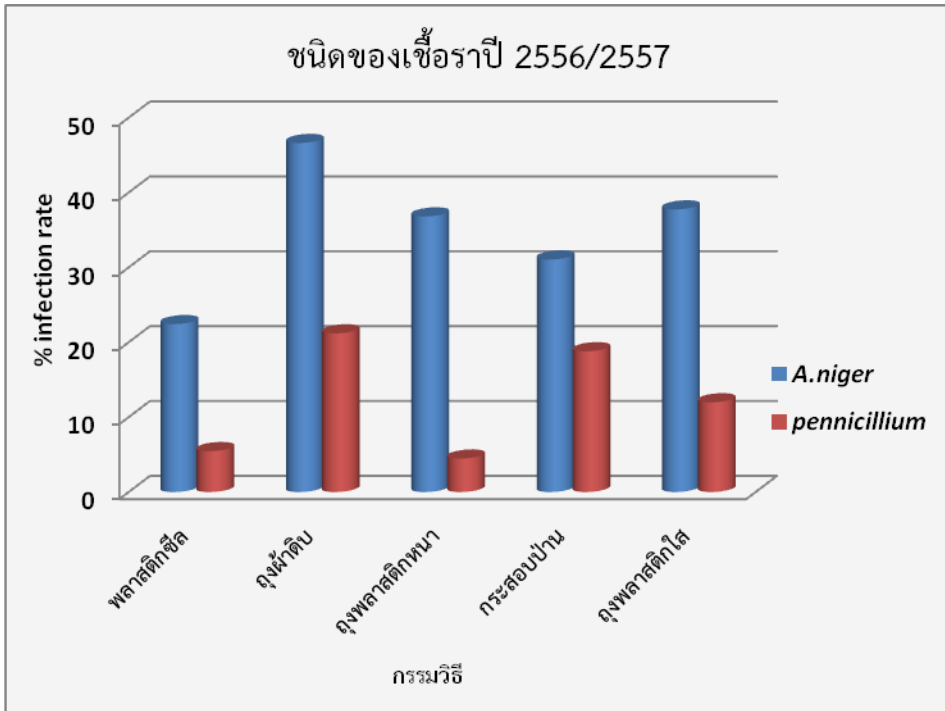
ภาพที่ ๒ ค่าเฉลี่ยการทำลายของด้วงกาแฟ (%) ปี ๒๕๕๕/๒๕๕๖



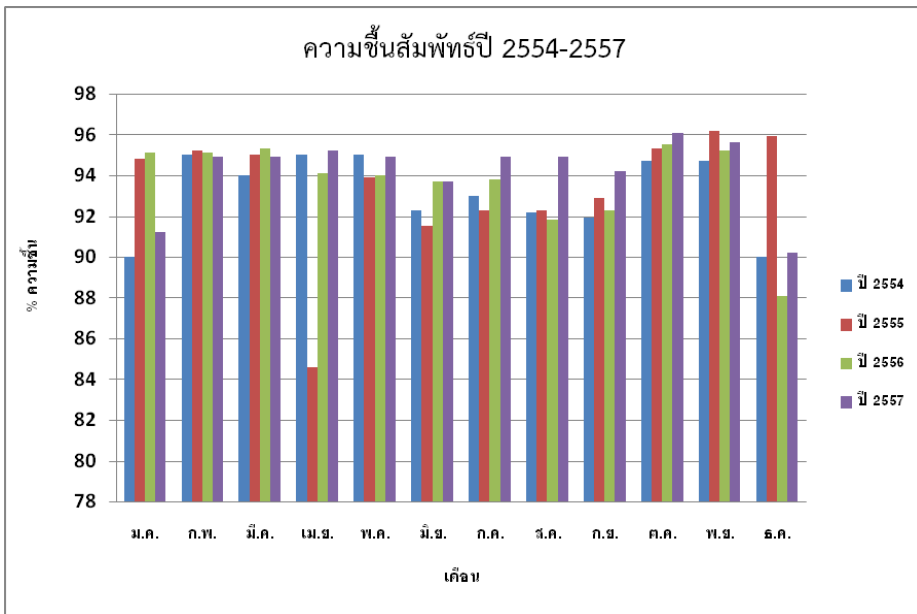
ภาพที่ ๓ ค่าเฉลี่ยการทำลายของดั่งกาแพ (%) ปี ๒๕๕๖/๒๕๕๗



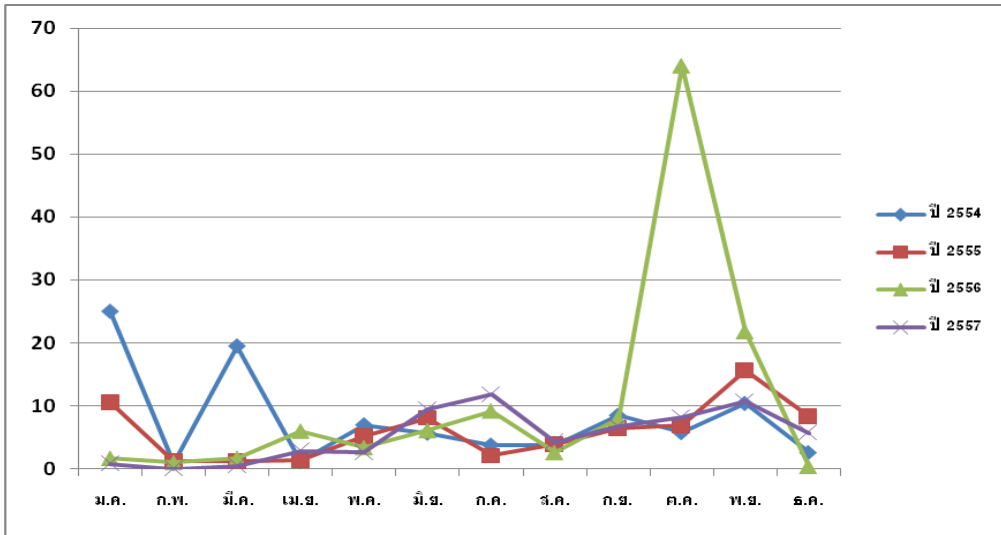
ภาพที่ ๔ แสดงชนิดของเชื้อราจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Direct plate ปี ๒๕๕๕/๒๕๕๖



ภาพที่ ๕ แสดงชนิดของเชื้อราจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Direct plate ปี ๒๕๕๕/๒๕๕๖



ภาพที่ ๖ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) ปี ๒๕๕๔-๒๕๕๗



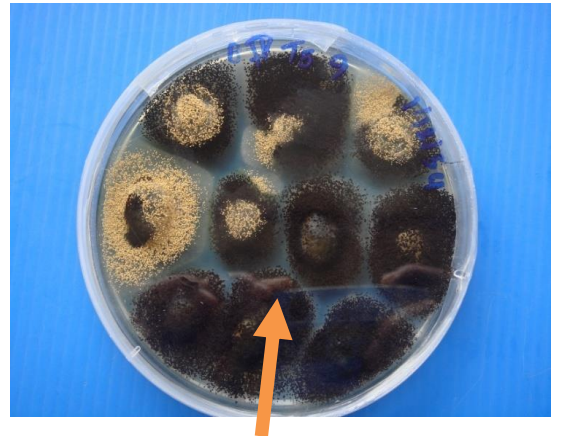
ภาพที่ ๗ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนที่สถานีตรวจอากาศจังหวัดชุมพร



ภาพที่ ๘ ลักษณะของเมล็ดกาแฟที่ได้รับความเสียหายจากการเข้าทำลายของด้วงกาแฟ



*Penicillium sp.*



*A. niger*



*Penicillium sp.*

ภาพที่ ๙ แสดงลักษณะของเชื้อราชนิดต่างๆที่พบบนเมล็ดกาแฟ